

# DEVICE FOR MANUFACTURING ELECTRON SOURCE

**Patent number:** JP2002358875

**Publication date:** 2002-12-13

**Inventor:** KATAOKA YUKINORI

**Applicant:** CANON KK

**Classification:**

- international: **H01J9/02; H01J29/04; H01J31/12; H01J9/02; H01J29/04; H01J31/12; (IPC1-7): H01J9/02; H01J29/04; H01J31/12**

- european:

**Application number:** JP20010164347 20010531

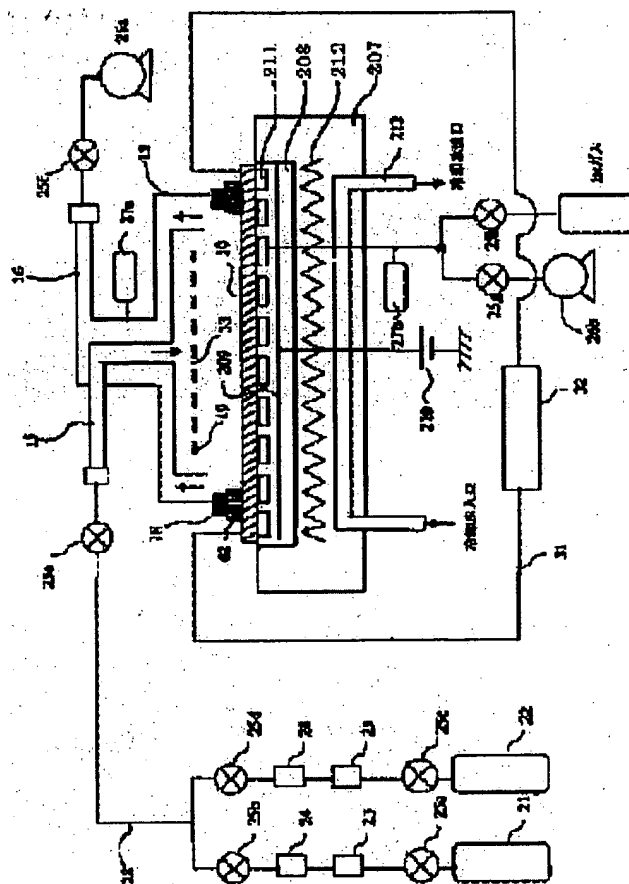
**Priority number(s):** JP20010164347 20010531

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2002358875

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device for manufacturing an electron source which can effectively manufacture an electron source of excellent electron emission characteristics by preventing damages to a board due to heat stress and generation of characteristic distribution without using an exhaust system accommodating a large vacuum chamber and high vacuum.

**SOLUTION:** With the manufacturing method of an electron source provided with a board holder 207 supporting an electron source board 10 with a conductor formed, a vessel 12 covering a part of an area of the electron source board 10, a means to make the inside of the vessel into a given atmosphere, and a means of impressing voltage on the conductor, the board holder 207 is provided with an electrostatic chuck 208 electrostatically absorbing the area of the electron source board 10 wider than the heating area from the conductor with voltage applied.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-358875

(P2002-358875A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 J	9/02	H 0 1 J	9/02
	29/04		29/04
	31/12		31/12
			C

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-164347(P2001-164347)

(22) 出願日 平成13年5月31日 (2001. 5. 31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 片岡 幸徳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100096828

弁理士 渡辺 敬介 (外2名)

Fターム(参考) 5C031 DD17

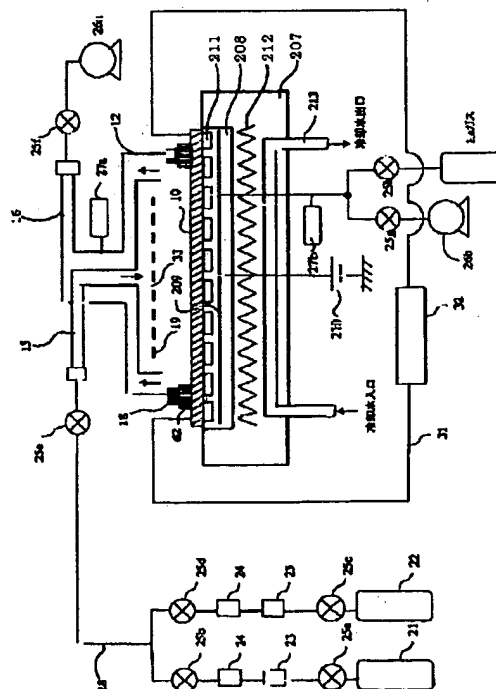
5C036 EF06 EC12 EH08

(54) 【発明の名称】 電子源の製造装置

(57) 【要約】

【課題】 大型の真空チャンバ及び高真空対応の排気装置を用いることなく、熱応力による基板の破損や特性分布の発生を防止して、電子放出特性の優れた電子源を効率良く製造し得る電子源の製造装置を提供する。

【解決手段】 導電体が形成された電子源基板10を支持する基板ホルダー207と、電子源基板10の一部の領域を覆う容器12と、容器12内を所定の雰囲気にする手段と、前記導電体に電圧を印加する手段とを有する電子源の製造装置において、基板ホルダー207が、前記導電体に電圧を印加することによる該導電体からの発熱領域よりも広い電子源基板10の領域を静電吸着する静電チャック208を有することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電体が形成された電子源基板を支持する支持体と、前記電子源基板の一部の領域を覆う容器と、前記容器内に所定の雰囲気にする手段と、前記導電体に電圧を印加する手段とを有する電子源の製造装置において、

前記支持体が、前記導電体に電圧を印加することによる該導電体からの発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を吸着固定する支持手段を有することを特徴とする電子源の製造装置。

【請求項2】 前記支持手段は、前記電子源基板を静電吸着する手段であることを特徴とする請求項1に記載の電子源の製造装置。

【請求項3】 前記支持体は、前記発熱領域よりも広い領域に熱伝導部材を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の電子源の製造装置。

【請求項4】 前記支持体は、前記導電体からの発熱を放熱する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【請求項5】 前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を加熱する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【請求項6】 前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を冷却する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【請求項7】 前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を均熱温度制御する手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【請求項8】 前記容器は、該容器内に導入された気体を拡散させる手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【請求項9】 前記電子源基板として、導電性膜及び該導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子の複数と、該複数の素子を接続した配線とからなる導電体が形成されたものを用いることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の電子源の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の電子放出素子を備える電子源を製造する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子放出素子としては、大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のもの知られている。冷陰極電子放出素子には、電界放出型、金属/絶縁層/金属型や表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】 表面伝導型電子放出素子は基板上に形成さ

れた小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。

【0004】 本出願人は、新規な構成を有する表面伝導型電子放出素子とその応用に関し、多数の提案を行っている。その基本的な構成、製造方法などは、例えば特開平7-235255号公報、特開平8-171849号公報などに開示されている。

【0005】 表面伝導型電子放出素子の基本構成は、基板上に、対向する一対の素子電極と、該一対の素子電極に接続されその一部に電子放出部を有する導電性膜とを有するものであり、電子放出部には上記導電性膜の一部に形成された亀裂（間隙）が含まれている。また、上記亀裂とその近傍には、炭素あるいは炭素化合物を主成分とする堆積膜が形成されている。

【0006】 このような電子放出素子を基板上に複数個配置し、各電子放出素子を配線で結ぶことにより、複数個の表面伝導型電子放出素子を備える電子源を作製することができる。

【0007】 また、上記電子源基板と蛍光体基板とを組み合わせることで、画像形成装置の表示パネルを形成することができる。

【0008】 従来、このような電子源もしくは表示パネルの製造は以下に行われていた。

【0009】 即ち、第1の製造方法としては、まず、基板上に、導電性膜及び該導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子を複数と、該複数の素子を接続した配線とが形成された電子源基板を作成する。次に、作成した電子源基板全体を真空チャンバ内に設置する。次に、真空チャンバ内を排気した後、外部端子を通じて上記各素子に電圧を印加し各素子の導電性膜に亀裂を形成する（以下、各素子の導電性膜に亀裂を形成することをフォーミング処理と記す）。更に、該真空チャンバ内に有機物質を含む気体を導入し、有機物質の存在する雰囲気下で前記各素子に再び外部端子を通じて電圧を印加し、該亀裂近傍に炭素あるいは炭素化合物を堆積させる（以下、該亀裂近傍に炭素あるいは炭素化合物を堆積させることを活性化処理と記す）。

【0010】 また、第2の製造方法としては、まず、基板上に、導電性膜及び該導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子を複数と、該複数の素子を接続した配線とが形成された電子源基板を作成する。次に、作成した電子源基板と蛍光体が配置された基板とを支持枠を挟んで接合して画像表示装置のパネルを作成する。その後、該パネル内をパネルの排気管を通じて排気し、パネルの外部端子を通じて上記各素子に電圧を印加し各素子の導電性膜に亀裂を形成する（フォーミング処理）。更に、該パネル内に該排気管を通じて有機物質を含む気体を導入し、有機物質の存在する雰囲気下で前記各素子に再び外部端子を通じて電圧を印加し、該亀裂近傍に炭素あるいは炭素化合物を堆積させる（活性化処理）。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上の製造方法が採られていたが、第1の製造方法は、とりわけ、電子源基板が大きくなるに従い、前記電子放出素子の素子数が増加し、配線電流も増加する。従って配線の発熱量が増加することにより、基板の温度分布が悪化し、熱応力による基板の破損や特性分布が起きてしまう。さらに電子源基板が大きくなると、より大型の真空チャンバ及び高真空対応の排気装置が必要になる。

【0012】また、第2の製造方法は、画像形成装置のパネル内空間は非常に狭く（表面伝導型電子放出素子を用いたパネルでは通常数mm程度）、このようなパネルからの排気及び該パネル内空間への有機物質を含む気体の導入には長時間を要する。

【0013】そこで本発明は、大型の真空チャンバ及び高真空対応の排気装置を用いることなく、熱応力による基板の破損や特性分布の発生を防止して、電子放出特性の優れた電子源を効率良く製造し得る電子源の製造装置を提供することを目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は、以下の通りである。

【0015】即ち、本発明の電子源の製造装置は、導電体が形成された電子源基板を支持する支持体と、前記電子源基板の一部の領域を覆う容器と、前記容器内を所定の雰囲気にする手段と、前記導電体に電圧を印加する手段とを有する電子源の製造装置において、前記支持体が、前記導電体に電圧を印加することによる該導電体からの発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を吸着固定する支持手段を有することを特徴としているものである。

【0016】上記本発明の電子源の製造装置は、好ましい実施形態として、「前記支持手段は、前記電子源基板を静電吸着する手段であること」、「前記支持体は、前記発熱領域よりも広い領域に熱伝導部材を備えていること」、「前記支持体は、前記導電体からの発熱を放熱する手段を備えていること」、「前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を加熱する手段を備えていること」、「前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を冷却する手段を備えていること」、「前記支持体は、前記発熱領域よりも広い前記電子源基板の領域を均熱温度制御する手段を備えていること」、「前記容器は、該容器内に導入された気体を拡散させる手段を備えていること」、「前記電子源基板として、導電性膜及び該導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子の複数と、該複数の素子を接続した配線とからなる導電体が形成されたものを用いること」、を含むものである。

## 【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好ましい実施態様

を示す。

【0018】本発明の電子源の製造装置は、電子源基板上に形成された導電体に通電処理を施すことにより、この導電体の一部に電子放出機能を付与し電子放出素子とするものである。

【0019】この電子源基板としては、導電性膜及び該導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子の複数と、該複数の素子を接続した配線とからなる導電体が形成されたものを好適に用いることができる。この場合、導電体に通電処理（前述のフォーミング処理及び活性化処理）を施すことにより、上記複数の素子の各導電性膜に電子放出部を形成して前述の表面伝導型電子放出素子とすることができる。

【0020】先ず、この表面伝導型電子放出素子の構成及び製造方法を説明する。

【0021】図3は、表面伝導型電子放出素子の一構成例を示す模式図であり、図3(a)は平面図、図3(b)は図3(a)中のA-A面における断面図である。図3において、10は基板（基体）、2と3は電極（素子電極）、4は導電性膜、29は炭素膜、5は炭素膜29の間隙、Gは導電性膜4の間隙である。

【0022】基板10としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により $\text{SiO}_2$ を積層した積層体、アルミナ等のセラミックス及びSi基板等を用いることができる。

【0023】対向する素子電極2、3の材料としては、一般的な導体材料を用いることができ、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Ag、Au、 $\text{RuO}_2$ 、Pd-Ag等の金属或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、 $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{SnO}_2$ 等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択される。

【0024】素子電極間隔、素子電極長さ、導電性膜4の幅 $b_2$ 及び厚さ等は、応用される形態等を考慮して、設計される。素子電極間隔は、好ましくは、数百nmから数百 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができ、より好ましくは、素子電極間に印加する電圧等を考慮して数 $\mu\text{m}$ から数十 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができ。

【0025】素子電極長さは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数 $\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができ。素子電極2、3の膜厚は、数十nmから数 $\mu\text{m}$ の範囲とすることができ。

【0026】尚、図3に示した構成だけでなく、基板10上に、導電性膜4、対向する素子電極2、3の順に積層した構成とすることもできる。

【0027】導電性膜4を構成する主な材料としては、例えばPd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、PbO、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 等

の酸化物、 $\text{HfB}_2$ 、 $\text{ZrB}_2$ 、 $\text{LaB}_6$ 、 $\text{CeB}_6$ 、 $\text{YB}_4$ 、 $\text{GdB}_4$ 等の硼化物、 $\text{TiC}$ 、 $\text{ZrC}$ 、 $\text{HfC}$ 、 $\text{TaC}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{WC}$ などの炭化物、 $\text{TiN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{HfN}$ 等の窒化物、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$ 等の半導体、カーボン等が挙げられる。

【0028】導電性膜4には、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。その膜厚は、素子電極2、3へのステップカバレッジ、素子電極2、3間の抵抗値及び後述するフォーミング条件等を考慮して適宜設定される。この導電性膜4の膜厚は、好ましくは数Åから数百nmであり、その抵抗値 $R_s$ が、 $10^2 \sim 10^7 \Omega/\square$ の抵抗値を示す膜厚で形成したものが好ましく用いられる。なお $R_s$ は、幅が $w$ で長さが $l$ の薄膜の、長さ方向に測定した抵抗 $R$ を、 $R = R_s (l/w)$ と置いたときの値である。上記抵抗値を示す膜厚はおおよそ5nmから50nmの範囲にあり、この膜厚範囲において、それぞれの材料の薄膜は微粒子膜の形態を有している。ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、数Åから数百nmの範囲、好ましくは、1nmから20nmの範囲である。

【0029】図3に示した構成の表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を説明する。

【0030】1) 基板10を洗剤、純水及び有機溶剤等を用いて十分に洗浄した後、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばフォトリソグラフィ技術を用いて基板10上に素子電極2、3を形成する。

【0031】2) 素子電極2、3を設けた基板10上に、有機金属溶液を塗布して、有機金属膜を形成する。有機金属溶液には、前述の導電性膜4の材料の金属を主元素とする有機化合物の溶液を用いることができる。有機金属膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターニングし、金属酸化物からなる導電性膜4を形成する。ここでは、有機金属溶液の塗布法を挙げて説明したが、導電性膜4の形成法はこれに限られるものではなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等を用いることもできる。

【0032】3) 続いて、フォーミング工程を施す。素子電極2、3間に、不図示の電源より通電すると、導電性膜4は局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造の変化がもたらされ、間隙Gが形成される。

【0033】フォーミング処理のために素子に印加する電圧は、パルス状の電圧を用いる。パルスの形状としては、例えば波高値が一定の三角波パルスや、波高値の漸

増する三角波パルスを用いることができる。

【0034】通電フォーミング処理の終了は、パルスとパルスの間に、導電性膜4の破壊、変形もしくは変質を引き起こさない程度の電圧パルスを印加し、素子に流れる電流を測定して検知することができる。例えば、0.1V程度の電圧印加により素子に流れる電流を測定し、抵抗値を求めて、 $1\text{M}\Omega$ を越えた時点で通電フォーミングを終了するのが好ましい。

【0035】上記の通電フォーミング処理は、還元性物質を含有する雰囲気中に行うことが好ましい。

【0036】導電性膜4が金属酸化物よりなる場合は、還元性を有する物質として $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 等の他、メタン、エタン、エチレン、プロピレン、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、アセトンなどの有機物質のガスも効果がある。これは、還元により導電性膜を構成する物質が金属酸化物から金属に変化する際、凝集を伴うからであると思われる。一方、導電性膜4が金属より構成される場合は、当然還元に伴う凝集は起こらないので、 $\text{CO}$ やアセトン等は凝集を促進する効果を示さないが、 $\text{H}_2$ はこの場合でも凝集を促進する効果を示す。

【0037】4) フォーミングを終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施すのが好ましい。活性化工程とは、この工程により、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_o$ が著しく変化する工程である。

【0038】活性化工程は、例えば、有機物質のガスを含有する雰囲気下で、素子にパルスの印加を繰り返すことで行うことができる。この雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプなどを用いて真空容器内を排気した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる他、イオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため、場合に依り適宜設定される。適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン酸、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることができる。より具体的には、メタン、エタン、プロパンなど $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ 等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、ベンゾニトリル、アセトニトリル等が使用できる。

【0039】この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、前記間隙G内の基板10上、およびその近傍の導電性膜4上に炭素あるいは炭素化合物からなるカーボン膜29が形成され、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_o$ が、

著しく変化するようになる。

【0040】活性化工程の終了判定は、素子電流  $I_f$  と放出電流  $I_o$  を測定しながら、適宜行うことができる。なお、パルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0041】炭素及び炭素化合物とは、例えばグラファイト（いわゆるHOPG、PG、GCを包含するもので、HOPGはほぼ完全なグラファイト結晶構造、PGは結晶粒が20nm程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が2nm程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなったものを指す。）、非晶質カーボン（アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す。）、炭化水素（ $C_nH_m$  で表される化合物、ないしこの他にN、O、Clなどの他の元素を有する化合物を含む。）であり、その膜厚は、50nm以下の範囲とするのが好ましく、30nm以下の範囲とすることがより好ましい。

【0042】以上の様な通電処理を施すことにより、一対の素子電極2、3間に導電性膜4を有する素子を表面伝導型の電子放出素子とすることができる。

【0043】本発明の電子源の製造装置は、上記のような導電性膜4及び該導電性膜4に接続された一対の素子電極2、3からなる素子の複数と、該複数の素子を接続した配線とからなる導電体が形成された電子源基板等に対して前述のような通電処理を施すことにより、複数の電子放出素子が配設された電子源を製造するための装置であり、以下にその実施形態例を具体的に説明する。

【0044】（第1の実施形態）本発明の第1の実施形態に係る電子源の製造装置を図1及び図2に示す。図1は装置の全体構成を示す模式図、図2は図1における電子源基板の周辺部分を示す部分切り欠き斜視図である。

【0045】これらの図において、10は電子源基板であり、X方向配線7、Y方向配線8、導電性膜に接続された一対の素子電極からなる素子6、等が形成されている。12は容器、15は気体の導入口、16は排気口、18はシール部材、19は拡散板、21は水素または有機物質ガス、22はキャリアガス、23は水分除去フィルター、24はガス流量制御装置、25a～25hはバルブ、26a、26bは真空ポンプ、27a、27bは真空計、28は配管、30は取り出し配線、32は電源及び電流制御系からなる駆動ドライバー、31は電子源基板の取り出し配線30と駆動ドライバー32とを接続する配線、33は拡散板19の開口部、62は真空栓部材、207は電子源基板を支持する支持体（基板ホルダー）である。

【0046】容器12は、ガラスやステンレス製の容器であり、容器からの放出ガスの少ない材料からなるものが好ましい。この容器12は、電子源基板10の取り出し配線部を除き、少なくとも電子放出素子となる素子6が形成された領域を覆い、かつ、少なくとも、1、33

$\times 10^{-5} \text{ Pa}$  ( $1 \times 10^{-7} \text{ Torr}$ ) から大気圧の圧力範囲に耐えられる構造のものである。

【0047】シール部材18は、電子源基板10と容器12との気密性を保持するためのものであり、Oリングやゴム性シートなどが用いられる。

【0048】基板ホルダー207には静電チャック208が具備してある。この静電チャック208による電子源基板10の固定は、該静電チャック208の中に置かれた電極209と電子源基板10との間に電圧を印加して静電力により電子源基板10を基板ホルダー207に吸引するものである。なお、電子源基板10の電位を所定の値に保持するため、基板の裏面にはITO膜などの導電部材（不図示）を形成してある。

【0049】静電チャック方式による電子源基板10の吸着のためには、電極209と電子源基板10の距離が短くなっている必要があり、いったん別の方法で電子源基板10を静電チャック208に押し付けることが望ましい。図1に示す装置では、静電チャック208の表面に形成された溝211の内部を排気して電子源基板10を大気圧により静電チャックに押し付け、高圧電源210により電極209に高電圧を印加することにより、電子源基板10を十分に吸着する。この後真空容器12の内部を排気しても電子源基板10にかかる圧力差は静電チャック208による静電力によりキャンセルされて、電子源基板10が変形したり、破損することが防止できる。

【0050】また、基板ホルダー207と電子源基板10の間の熱伝導を大きくするために、上述のようにいったん排気した溝211内に熱交換のための気体を導入することが望ましい。かかる気体としては、Heが好ましいが、他の気体でも効果がある。熱交換用の気体を導入することで、溝211のある部分での電子源基板10と静電チャック208の間の熱伝導が可能となるのみならず、溝211のない部分でも単に機械的接触により電子源基板10と静電チャック208が熱的に接触している場合に比べ、熱伝導が大きくなるため、全体としての熱伝導は大きく改善される。これにより、前述したフォーミングや活性化などの通電処理の際、電子源基板10で発生した熱が容易に静電チャック208を介して基板ホルダー207に移動して、電子源基板10の温度上昇や局所的な熱の発生による温度分布の発生が抑えられる。

【0051】更に、基板ホルダー207にヒーター212や冷却ユニット213などの温度制御手段を設けることにより、電子源基板10の温度をより精度良く均一に制御できる。さらに、ヒーター212を、素子部と、電子源基板の取り出し電極部とで分割し、それぞれの発熱量に合せて制御することで、電子源基板10の温度ばらつきを小さくし、温度分布による熱応力を最小限にすることで、電子源基板10の破損をより確実に防止できる。

【0052】有機物質ガス21には、前述した電子放出素子の活性化処理に用いられる有機物質、または、有機物質を窒素、ヘリウム、アルゴンなどで希釈した混合気体が用いられる。また、前述したフォーミングの通電処理を行う際には、素子6の導電性膜への亀裂形成を促進するための気体、例えば、還元性を有する水素ガス等を真空容器12内に導入することもある。このように他の工程で異なる気体を導入する際には、バルブ部材25e等を用いて所望の系統を真空容器12への導入配管28に接続すれば、使用することができる。

【0053】有機ガス21は、有機物質が常温で気体である場合にはそのまま使用でき、有機物質が常温で液体、または、固体の場合は、容器内で蒸発または昇華させて用いる、或いは更にこれを希釈ガスと混合するなどの方法で用いることができる。キャリアガス22には、窒素またはアルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスが用いられる。

【0054】有機物質ガス21と、キャリアガス22は、一定の割合で混合されて、真空容器12内に導入される。両者の流量及び、混合比は、ガス流量制御装置24によって制御される。ガス流量制御装置24は、マスフローコントローラ及び電磁弁等から構成される。これらの混合ガスは、必要に応じて配管28の周囲に設けられた図示しないヒータによって適当な温度に加熱された後、導入口15より、真空容器12内に導入される。混合ガスの加熱温度は、電子源基板10の温度と同等にすることが好ましい。

【0055】なお、配管28の途中に、水分除去フィルター23を設けて、導入ガス中の水分を除去するとより好ましい。水分除去フィルター23には、シリカゲル、モレキュラーシーブ、水酸化マグネシウム等の吸湿材を用いることができる。

【0056】真空容器12に導入された混合ガスは、排気口16を通じて、真空ポンプ26aにより一定の排気速度で排気され、真空容器12内の混合ガスの圧力は一定に保持される。真空ポンプ26aは、ドライポンプ、ダイヤフラムポンプ、スクロールポンプ等、低真空用ポンプであり、本発明においてはオイルフリーポンプが好ましく用いられる。

【0057】気体の導入口15と排気口16の位置は、本実施形態に限定されず、種々の態様を取ることができるが、容器12内に有機物質を均一に供給するためには、気体の導入口15と排気口16の位置は、容器6において、図1に示すように、上下に、もしくは、図示しないが、左右の異なる位置にあることが好ましく、かつ、略々対称の位置にあることがより好ましい。

【0058】電子源基板10の取り出し電極30は、真空容器12の外側にあり、TAB配線やプローブなどを用いて配線31と接続し、駆動ドライバー32に接続する。

【0059】以上のようにして、真空容器12内に有機物質を含む混合ガスを流した状態で、駆動ドライバー32を用い、配線31を通じて電子源基板10上の各素子6にパルス電圧を印加することにより、素子の活性化工程を行うことができる。

【0060】上記のような構成を有する装置を用いて電子源基板10上の各素子6にパルス電圧を印加し、フォーミング処理及び活性化処理を行う際、素子6及び配線7, 8からの発熱がある。この双方の発熱量は同じではなく、更に、発熱領域も異なるため、電子源基板内に温度のばらつきが生じ、熱応力により電子源基板が破損する危険性がある。このため本発明の装置においては、特に、通電処理による上記発熱領域よりも広い領域において電子源基板10を基板ホルダー207によって吸着固定するようにしている。

【0061】上記通電処理による電子源基板10の発熱領域と、基板ホルダー207による電子源基板10の吸着固定領域の関係を図4を用いて説明する。

【0062】図4において、Hsは複数の素子6からの発熱領域であり、DHsとLHsに囲まれた領域である。Hpは素子6及び配線7, 8からの発熱領域であり、DHPとLHPに囲まれた領域である。Hvは基板ホルダー207によって電子源基板10を吸着固定する領域であり、DHvとLHvに囲まれた領域である。

【0063】本発明の装置では、上記Hpの領域よりも広い上記Hvの領域において基板ホルダー207によって電子源基板10を吸着固定する。具体的には、図1に示した装置では、基板ホルダー207が具備する静電チャック208を、上記Hpの領域よりも広い範囲に渡って設けている。このように通電処理による発熱領域よりも広い領域で電子源基板を吸着固定することにより、通電処理時に電子源基板に発生する熱応力は静電チャック208による静電力によりキャンセルされて、電子源基板10が変形したり、破損することが防止できる。

【0064】(第2の実施形態) 本発明の第2の実施形態に係る電子源の製造装置を図5に示す。図5は全体構成を示す模式図であり、図1中の符号と同一符号のものは同一部材である。

【0065】第1の実施形態では、静電チャック208と電子源基板10の間の熱伝導を大きくするために、静電チャック208に設けた溝211内に熱交換のための気体を導入しているが、本実施形態はこれに代えて、基板ホルダー207と電子源基板10との間に熱伝導部材214を配置したものである。尚、その他の構成は第1の実施形態と同様である。

【0066】熱伝導部材214は、基板ホルダー207上に設置され、電子源基板10を保持して固定する機構の障害にならないように、基板ホルダー207と電子源基板10の間で挟持されるか、あるいは、基板ホルダー207に埋め込まれるように設置されていてもよい。



【0067】熱伝導部材214は、電子源基板10の反り・うねりを吸収し、電子源基板10への通電処理工程における発熱を、確実に基板ホルダー207へ伝え、放熱する機能を有し、例えば通電処理工程における前記複数の素子及び前記複数の素子を接続する配線からの発熱量に合せて温度調節し、電子源基板10内の温度分布による応力を低減することで、電子源基板のクラック、破損の発生を防ぐことができ、歩留まりの向上に寄与できる。

【0068】また、このような熱伝導部材214を設け、通電処理工程における発熱を素早く、確実に放熱することにより、温度分布による導入ガスの濃度分布の低減、基板熱分布が影響する素子の不均一性の低減に寄与でき、均一性に優れた電子源の製造が可能となる。

【0069】熱伝導部材214は、弾性部材であってもよい。弾性部材の材料としては、テフロン（登録商標）樹脂などの合成樹脂材料、シリコンゴム等のゴム材料、アルミナなどのセラミック材料、銅やアルミの金属材料等を使用することができる。これらは、シート状、あるいは、分割されたシート状で使用されていてもよい。

【0070】また、熱伝導部材214を構成する弾性部材は、電子源基板10に対向する面に凹凸の形状が形成されていてもよい。この凹凸形状は、円柱状、角柱状等の柱状、線状、円錐状などの突起状、球体や、ラグビーボール状（楕円球状体）などの球状体（半球状体）、あるいは、球状体表面に突起が形成されている形状、などが好ましい。具体的には、図6に示すような、電子源基板のX方向配線、あるいは、Y方向配線の位置に略々合わせた線状の凹凸形状や、図7に示すように、各素子電極の位置に略々合わせた柱状の凹凸形状、または、図示しないが、半球状の凹凸形状が熱伝導部材の面に形成されていることが好ましい。

【0071】さらに、熱伝導部材214は、円柱状、角柱状等の柱状、電子源基板の配線に合わせたX方向、あるいは、Y方向に伸びた線状、円錐状などの突起状、球体や、ラグビーボール状（楕円球状体）などの球状体、あるいは、球状体表面に突起が形成されている形状の球状体などの弾性部材自体が基板ホルダー207上に設置されたものであってもよい。この例を図8及び図9に示す。

【0072】図8は、複数の弾性部材を使用した球状の熱伝導部材の構成概略図である。ここでは、ゴム材料の部材等の変形し易い微少球状物と、この微少球状物の直径よりも直径が小さな球状物（ゴム材料の部材よりも変形し難い球状物質）とを電子源基板10と基板ホルダー207との間に散布し、挟持することで、熱伝導部材214を構成している。

【0073】図9は、複合材料からなる熱伝導部材の構成概略図である。セラミック部材、金属部材等の熱伝導性硬質部材からなる球状物で中心部材を構成し、この球

状物表面をゴム部材で被覆したものをを用いることで熱伝導部材214を構成している。

【0074】以上説明した本発明の電子源基板の製造装置においては、容器12は、電子源基板10上の少なくとも素子6が形成されている領域のみを覆えばよい。また、装置の小型化が可能である。また、電子源基板10の取り出し電極30が容器外にあるため、電子源基板と電気的処理を行うための電源装置（駆動ドライバ）との電気的接続を容易に行うことができる。

【0075】また、図1及び図5に示すように、容器12の気体導入口15と電子源基板10との間に拡散板19を設けると、混合気体の流れが制御され、基板全面に均一に有機物質が供給されるため、電子放出素子の均一性が向上し好ましい。

【0076】拡散板19としては、図1及び図5に示したように、開口部33を有する金属板などが用いられる。拡散板19の開口部33は、導入口近傍と、導入口から遠い領域での開口部の面積を変えるか、あるいは、開口部の数を変えて形成することが好ましい。具体的には、図10（断面図）及び図11（平面図）に示すように、導入口15から遠いほど、開口部の面積が大きいか、あるいは、図示していないが、開口部の数が多い、あるいは、開口部の面積が大きく、その数が多いように形成すると、容器12内を流れる混合気体の流速が略々一定となり、均一性向上の点でより好ましい。

【0077】拡散板19の開口部の形状は上記に限定されるものではなく、例えば、開口部33を、同心円状に等間隔でかつ円周方向に等角度間隔で形成し、かつ、該開口部の開口面積を下式の関係を満たすように設定するとよい。ここでは、気体の導入口15からの距離に比例して開口面積が大きくなるように設定している。これにより、電子源基板表面により均一性良く導入物質を供給することができ、電子放出素子の活性化を均一性よく行うことができる。

$$S_d = S_0 \times [1 + (d/L)^2]^{1/2}$$

但し、

d：気体の導入口の中心部からの延長線と拡散板との交点からの距離

L：気体の導入口の中心部から、気体の導入口の中心部からの延長線と拡散板との交点までの距離

$S_d$ ：気体の導入口の中心部からの延長線と拡散板との交点からの距離dにおける開口面積

$S_0$ ：気体の導入口の中心部からの延長線と拡散板との交点における開口面積

【0078】本発明の製造装置により製造された電子源と画像形成部材とを組み合わせることにより、例えば図12に示されるような画像形成装置を構成できる。尚、図12は画像形成装置（表示パネル）68を模式的に表した斜視図であり、部分的に切り欠いて示している。

【0079】同図において、7はX方向配線、8はY方

向配線、10は電子源、69は図3に示したような電子放出素子、62は支持棒、66はフェイスプレート（ガラス基板63、メタルバック64、及び蛍光体65からなる）、67は高圧端子、 $D \times 1$ 乃至 $D \times m$ および $Dy1$ 乃至 $Dyn$ は装置外端子である。

【0080】図12に示す画像形成装置において、各電子放出素子には、容器外端子 $D \times 1$ 乃至 $D \times m$ 、 $Dy1$ 乃至 $Dyn$ を通じ、走査信号及び変調信号を図示しない信号発生手段によりそれぞれ印加することにより、電子を放出させ、高圧端子67を通じ、メタルバック65、あるいは、図示しない透明電極に5kV程度の高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光体膜64に衝突させ励起、発光させることで画像を表示する。

【0081】

【実施例】以下、具体的な実施例を挙げて本発明を詳しく説明するが、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、本発明の目的が達成される範囲内での各要素の置換や設計変更がなされたものをも包含する。

【0082】【実施例】本実施例は、本発明に係る製造装置を用いて図3に示したような表面伝導型電子放出素子を複数備える図13に示される電子源を製造するものである。

【0083】まず、図14に示すような単純マトリクス配線された多数の導電性膜を有する電子源基板を以下のようにして作製した。図13及び図14において、10はガラス基板、2と3は素子電極、4は導電性膜、29は炭素膜、5は炭素膜29の間隙、Gは導電性膜4の間隙、7はX方向配線、8はY方向配線、9は絶縁層である。尚、素子数及び配線数は省略して一部のみを図示している。

【0084】サイズ350mm×300mm、厚さ3mmのガラス基板10の裏面に、ITO膜をスパッタ法により100nm形成した。前記ITO膜は、電子源の製造時に静電チャックの電極として用いるもので、その抵抗率が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であれば、その材質には制限されず、半導体、金属等が使用できる。

【0085】次に、上記ガラス基板10の表面にSiO<sub>2</sub>層を形成し、さらにオフセット印刷法によりPtペーストを印刷し、加熱焼成して、厚み50nmの素子電極2、3を形成した。また、スクリーン印刷法により、Agペーストを印刷し、加熱焼成することにより、X方向配線7（240本）及びY方向配線8（720本）を形成し、X方向配線7とY方向配線8の交差部には、スクリーン印刷法により、絶縁性ペーストを印刷し、加熱焼成して絶縁層9を形成した。

【0086】次に、素子電極2、3間にバブルジェット（登録商標）方式の噴射装置を用いて、パラジウム錯体溶液を滴下し、350℃で30分間加熱して酸化パラジウムの微粒子からなる導電性膜4を形成した。導電性膜4の膜厚は、20nmであった。

【0087】以上のようにして、一対の素子電極2、3及び導電性膜4からなる素子の複数がX方向配線7及びY方向配線8にてマトリクス配線された電子源基板10を作成した。

【0088】この電子源基板10の反り、うねりに付いて観察したところ、基板そのものが持っていた反り、うねり及び上記までの加熱工程によって生じたと思われる基板の反り、うねりによって、基板中央部に対して、0.5mmほど周辺が反った状態であった。

【0089】次に、図1及び図2に示した製造装置を用いて以後の工程を行った。

【0090】前記電子源基板10を基板ホルダー207に載せた。尚、この基板ホルダー207が具備する静電チャック208は、素子部（素子電極2、3及び導電性膜4からなる素子の複数が配置されている領域）及び配線部（素子部以外の配線7、8が配置されている領域）よりも広い範囲に渡って設けている。

【0091】次に、バルブ25gを空け、溝211内を100Pa以下に真空排気し、静電チャック208に真空吸着した。この時、前記電子源基板10の裏面に形成したITO膜は、接触ピン（不図示）により、高圧電源210の負極側と同電位に接地した。更に、電極209に2kVの直流電圧を高圧電源210（負極側を接地）より供給し、電子源基板10を静電チャック208に静電吸着させた。

【0092】次に、バルブ25gを閉じ、バルブ25hを開け、Heガスを、溝211に導入し、500Paに維持した。Heガスは、電子源基板10と静電チャック208の間の熱伝導を向上させる作用がある。尚、Heガスが最も好適であるが、N<sub>2</sub>、Ar等のガスも使うことができ、所望の熱伝導が得られればそのガス種には制限されない。

【0093】次に、容器12をOリング18を介して電子源基板10上に、上記配線端部が容器12の外に出るようにして載せ、容器12内に気密な空間を作り、バルブ25fを開け、真空ポンプ26aにより同空間を圧力が $1 \times 10^{-6}$ Pa以下になるまで、真空排気した。

【0094】次に、水温15℃の冷却水を冷却ユニット213に流し、更に、温度制御機能を有する電源（不図示）より、電気ヒーター212に電力を供給し、電子源基板10を50℃の一定温度に維持した。

【0095】次に、配線31に接続されたプローブユニット（不図示）5を、容器6の外に露出した電子源基板10上の配線端部に電氣的に接触させ、配線31に接続した駆動ドライバ32より、底辺1msec、周期10msec、波高値10Vの三角パルスで120秒間印加し、フォーミング処理工程を実施した。その結果、フォーミング処理時に流れる電流によって発生する熱は、効率よく静電チャック208に吸収され、さらに素子部からの発熱量と配線部からの発熱量の差により電子源基板

10に発生する熱応力を最小限にするために、ヒーター212を分割し、それぞれの発熱量に合せて制御することで、電子源基板10は一定温度50℃に保たれ、良好なフォーミング処理を実施でき、また、熱応力による電子源基板10の破損も防ぐことができた。

【0096】以上のフォーミング処理により、図3に示す間隙Gが導電性膜4に形成された。

【0097】次に、電気ヒーター212に流れる電流を調整し、電子源基板10を60℃の一定温度に維持した。続いて、電離真空計（不図示）で容器12内の圧力を測定しながら、配管28等を介して圧力が $2 \times 10^{-4}$  Paのベンゾニトリルを導入した。次に、駆動ドライバ32より、プローブユニット（不図示）を通して、底辺1 msec、周期10 msec、波高値15 Vの三角パルスを60分間印加して活性化処理を行った。その結果、フォーミング処理工程と同様に、活性化処理時に流れる電流によって発生する熱は、効率よく静電チャック208に吸収され、さらに素子部からの発熱量と配線部からの発熱量の差により電子源基板10に発生する熱応力を最小限にするために、ヒーター212を分割し、それぞれの発熱量に合せて制御することで、電子源基板10は一定温度60℃に保たれ、良好な活性化処理を実施でき、また、熱応力による電子源基板10の破損も防ぐことができた。

【0098】以上の活性化処理により、図3に示すように、間隙5を隔てて炭素膜29が形成された。

【0099】以上の工程を終了した電子源基板10は、ガラス枠及び蛍光体を配置したフェースプレートと位置合わせを行い、低融点ガラスを用いて封着し、真空外囲器を作製した。更に、前記外囲器内に真空排気、ベーキング、封止工程等の工程を施し、図12に示した画像形成パネルを作製した。

【0100】以上のようにして完成した画像形成パネルにおいて、各電子放出素子には、外部端子Dx1乃至Dxm、Dy1乃至Dynを通じ、走査信号及び変調信号を図示しない信号発生手段によりそれぞれ印加することにより、電子を放出させ、高圧端子67を通じ、メタルバック65に5 kVの高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光体膜64に衝突させ、励起、発光させることで画像を表示した。

【0101】本実施例では、フォーミング処理、活性化処理工程時に電子源基板を一定温度に保ったことにより、特性の揃った良好な表面伝導型電子放出素子を形成でき、均一性が向上した画像性能を有する画像形成パネルを作製できた。また、電子源基板の熱応力による破損を防止でき、歩留まりを向上することができた。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電子源の製造装置によれば、大型の真空チャンバ及び高真空対応の排気装置を用いることなく、熱応力による基板の破損

や特性分布の発生を防止して、電子放出特性の優れた電子源を効率良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電子源の製造装置の一例を模式的に示す全体構成図である。

【図2】図1における電子源基板の周辺部分を一部を破断して示す斜視図である。

【図3】本発明に係る電子源に好適に用いられる表面伝導型電子放出素子の一例を示す図である。

【図4】電子源基板の発熱領域と、本発明における電子源基板の吸着固定領域の関係を説明するための図である。

【図5】本発明に係る電子源の製造装置の別の例を模式的に示す全体構成図である。

【図6】本発明に係る電子源の製造装置において使用される熱伝導部材の形状の一例を示す斜視図である。

【図7】本発明に係る電子源の製造装置において使用される熱伝導部材の形状の別の例を示す斜視図である。

【図8】本発明に係る電子源の製造装置において使用されるゴム材料の球状物質を用いた熱伝導部材の一例を示す断面図である。

【図9】本発明に係る電子源の製造装置において使用されるゴム材料の球状物質を用いた熱伝導部材の別の例を示す断面図である。

【図10】本発明に係る電子源の製造装置において使用される拡散板の形状の一例を示す断面図である。

【図11】本発明に係る電子源の製造装置において使用される拡散板の形状を示す平面図である。

【図12】画像形成装置の構成を一部を破断して示す斜視図である。

【図13】本発明に係る電子源を示す平面図である。

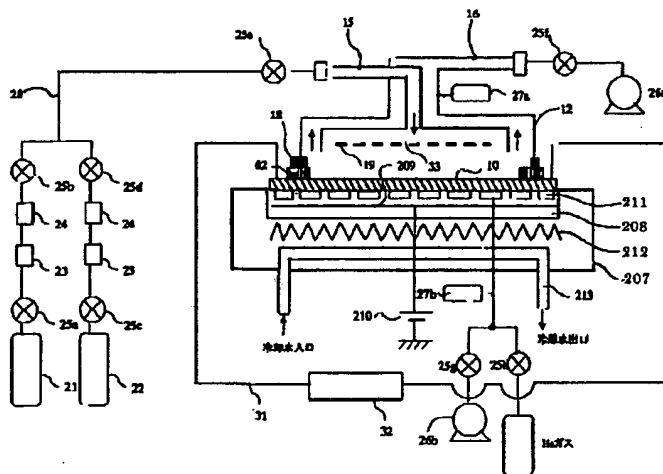
【図14】本発明に係る電子源基板の平面図である。

【符号の説明】

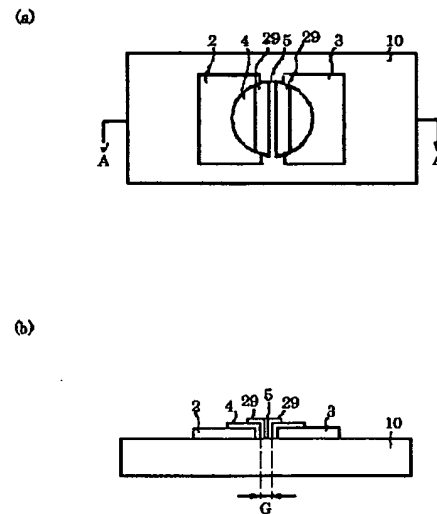
- 2、3 素子電極
- 4 導電性膜
- G 導電性膜の間隙
- 5 炭素膜の間隙
- 6 素子
- 7 X方向配線
- 8 Y方向配線
- 9 絶縁層
- 10 電子源基板
- 12 容器
- 15 気体の導入口
- 16 気体の排気口
- 18 シール部材
- 19 拡散板
- 21 有機ガス物質
- 22 キャリヤガス
- 23 水分除去フィルター

- |                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| 24 ガス流量制御装置                        | 65 蛍光体            |
| 25 a ~ 25 f バルブ                    | 66 フェースプレート       |
| 26 a、26 b 真空ポンプ                    | 67 高圧端子           |
| 26 a、27 b 真空計                      | 68 画像形成装置 (表示パネル) |
| 28 配管                              | 69 電子放出素子         |
| 30 取り出し配線                          | 207 基板ホルダー        |
| 31 電子源基板の取り出し配線30と駆動ドライバ32とを接続する配線 | 208 静電チャック        |
| 32 電源、電流測定装置及び電流-電圧制御系装置からなる駆動ドライバ | 209 静電チャック内の電極    |
| 33 拡散板19の開ロ部                       | 210 電源            |
| 62 真空枠部材                           | 211 溝             |
| 63 ガラス基板                           | 212 ヒーター          |
| 64 メタルバック                          | 213 冷却ユニット        |
|                                    | 214 熱伝導部材         |

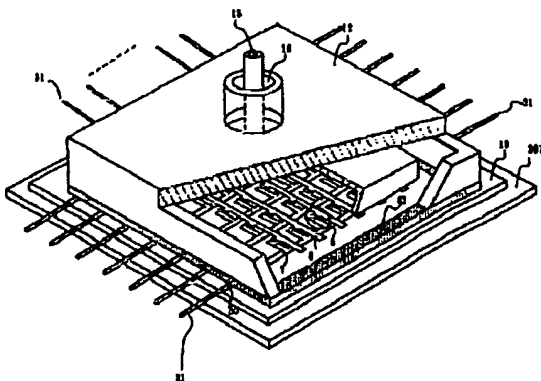
【図1】



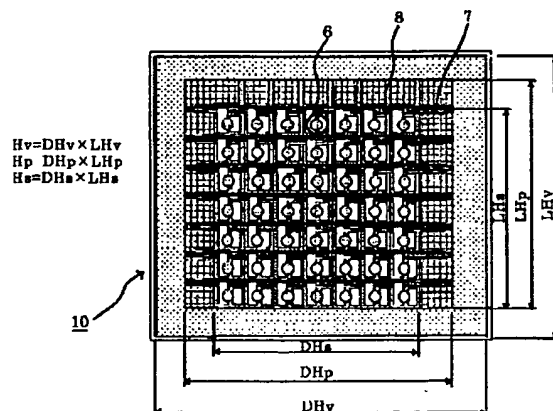
【図3】



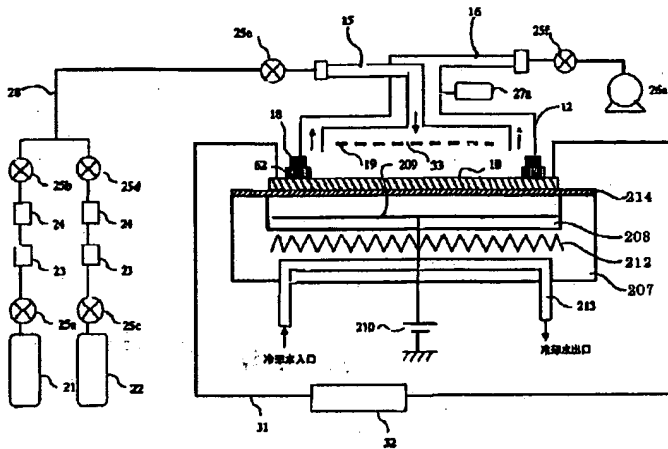
【図2】



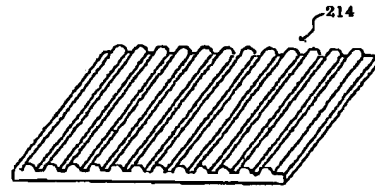
【図4】



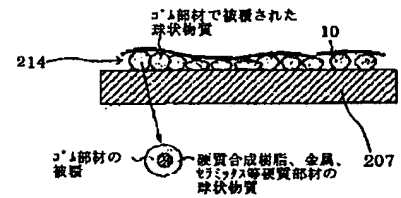
【図5】



【図6】

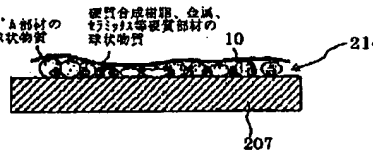
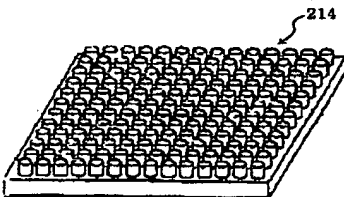


【図9】



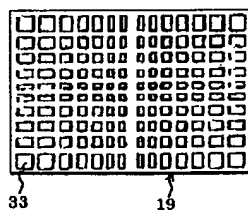
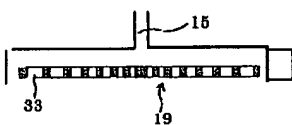
【図7】

【図8】

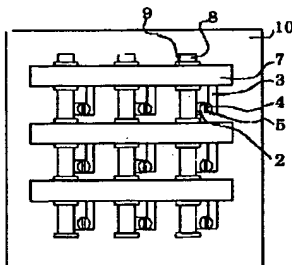


【図10】

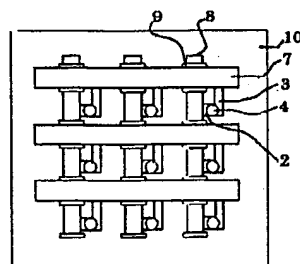
【図11】



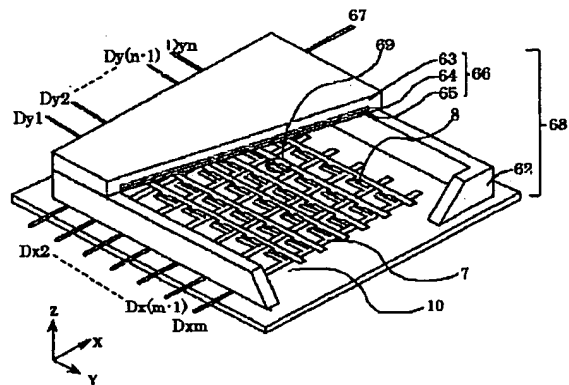
【図13】



【図14】



【図12】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

JP-A No. 2002-358875

(54) [Title of the Invention] APPARATUS FOR  
MANUFACTURING ELECTRON SOURCE

5

(57) [Abstract]

[Problem] To provide an apparatus for manufacturing  
an electron source which can effectively manufacture  
an electron source having excellent electron emission  
10 characteristics by preventing damages to a substrate  
due to heat stress and generation of characteristic  
distribution without using a large vacuum chamber and  
an exhaust system for high vacuum.

[Solving Means] In an apparatus for manufacturing an  
15 electron source including a substrate holder 207 for  
supporting an electron source substrate 10 having a  
conductor thereon, a vessel 12 for covering a portion  
of the electron source substrate 10, means for  
allowing the inside of the vessel 12 to be in a  
20 predetermined atmosphere, and means for applying a  
voltage to the conductor, the substrate holder 207  
has an electrostatic chuck 208 electrostatically  
fixing a region of the electron source substrate 10  
wider than a heated region of the conductor by  
25 applying the voltage to the conductor.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Scope of Claims for Patent]

[Claim 1] An apparatus for manufacturing an electron source comprising:

- a support body for supporting an electron
- 5 source substrate having a conductor thereon;
- a vessel for covering a portion of the electron source substrate;
- means for allowing the inside of the vessel to be in a predetermined atmosphere; and
- 10 means for applying a voltage to the conductor, wherein the support body has a support means for electrostatically fixing a region of the electron source substrate wider than a heated region of the electron source substrate heated by the conductor by
- 15 applying a voltage to the conductor.

[Claim 2] The apparatus for maintaining an electron source, according to Claim 1, wherein the support means is means for electrostatically absorbing the electron source substrate.

- 20 [Claim 3] The apparatus for maintaining an electron source, according to Claim 1 or 2, wherein the support body has a heat conductive member over a region wider than the heated region.

- [Claim 4] The apparatus for maintaining an electron
- 25 source, according to any one of Claims 1 to 3, wherein the support body has means for radiating the heat from the conductor.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Claim 5] The apparatus for maintaining an electron source, according to any one of Claims 1 to 4, wherein the support body has means for heating a region of the electron source substrate wider than  
5 the heated region.

[Claim 6] The apparatus for maintaining an electron source, according to any one of Claims 1 to 4, wherein the support body has means for cooling a region of the electron source substrate wider than  
10 the heated region.

[Claim 7] The apparatus for maintaining an electron source, according to any one of Claims 1 to 6, wherein the support body has means for controlling the temperature for splitting a region of the  
15 electron source substrate wider than the heated region.

[Claim 8] The apparatus for maintaining an electron source, according to any one of Claims 1 to 7, wherein the vessel has means for diffusing gas  
20 introduced into the vessel.

[Claim 9] The apparatus for maintaining an electron source, according to any one of Claims 1 to 8, wherein the electron source substrate includes a plurality of devices including a conductive film and  
25 a pair of device electrodes connected to the conductive film and a conductor including a wire for connecting the plurality of devices to one another.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an apparatus for manufacturing an electron  
5 source including a plurality of electron emitting devices.

[0002]

[Background Art] Conventionally, an electron emitting device is classified into two kinds: a heat electron  
10 emitting device and a cold cathode electron emitting device. The cold cathode electron emitting device is classified into a field electron emitting device, a metal/insulating/metal electron emitting device and a surface conduction electron emitting device.

15 [0003] The surface conduction electron emitting device uses a phenomenon that electrons are emitted by allowing current to flow in a small-sized thin film formed on a substrate in parallel with the film surface.

20 [0004] The present applicant suggested a number of surface conduction electron emitting devices having novel structures and applications thereof. The basic structure of the surface conduction electron emitting device and a method of manufacturing the same are,  
25 for example, disclosed in Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 7-235255 and Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 8-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

171849.

[0005] The basic structure of the surface conduction electron emitting device has a pair of facing device electrodes formed on a substrate and a conductive  
5 film which is connected to the pair of device electrodes and having an electron emitting part formed at a portion thereof. The electron emitting part includes a split (gap) formed in a portion of the conductive film. A deposition film made of  
10 carbon or carbon compound is formed in the split and the vicinity thereof.

[0006] A plurality of electron emitting devices are disposed on the substrate and bundled with a wire to manufacture an electron source including the  
15 plurality of surface conduction electron emitting devices.

[0007] The electron source substrate and a fluorescent substrate are combined to form a display panel of an image forming apparatus.

20 [0008] Conventionally, the electron source or the display panel was manufactured by the following methods.

[0009] That is, in a first manufacturing method, an electron source substrate, on which a plurality of  
25 devices each including a conductive film and a pair of device electrodes connected to the conductive film and a wire for connecting the plurality of devices to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



one another are formed, is prepared. Next, the prepared electron source substrate is mounted in a vacuum chamber. Next, the inside of the vacuum chamber is evacuated and a voltage is applied to each device through an external terminal to form a split in the conductive film of each device (hereinafter, forming the split in the conductive film of each device is referred to as a forming process). Gas containing an organic material is introduced into the vacuum chamber, a voltage is applied to each device through the external terminal under an atmosphere containing the organic material, and carbon or carbon compound is deposited in the vicinity of the split (hereinafter, depositing carbon or carbon compound in the vicinity of the split is referred to as an activating process).

[0010] In a second manufacturing method, an electron source substrate, on which a plurality of devices each including a conductive film and a pair of device electrodes connected to the conductive film and a wire for connecting the plurality of devices to one another are formed, is prepared. Next, the prepared electron source substrate and a substrate having a fluorescent material are adhered to each other through a support frame to prepare a panel of an image display apparatus. Thereafter, the inside of the panel is evacuated through an exhaust pipe and a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

voltage is applied to each device through an external terminal of the panel to form a split in the conductive film of each device (forming process).

Gas containing an organic material is introduced into the panel through the exhaust pipe, a voltage is applied to each device through the external terminal under an atmosphere containing the organic material, and carbon or carbon compound is deposited in the vicinity of the split (activating process).

10 [0011]

[Problems to be Solved by the Invention] The above-described manufacturing methods have the following problems. In the first manufacturing method, when the electron source substrate is enlarged, the number of the electron emitting devices increases and wiring current increases. Accordingly, the heating value of the wire increases to deteriorate a temperature distribution of the substrate, and the substrate is damaged due to heat stress or a characteristic distribution is generated. In addition, when the electron source substrate is enlarged, larger vacuum chamber and an exhaust system for high vacuum are required.

[0012] In the second manufacturing method, a space in the panel of the image forming apparatus is very narrow (generally about several mm, in the panel using the surface conduction electron emitting

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

device), it take much time to exhaust the panel and introduce the gas containing the organic material into the space in the panel.

[0013] Accordingly, it is an object of the present  
5 invention is to provide an apparatus for manufacturing an electron source which can effectively manufacture an electron source having excellent electron emission characteristics by preventing damages to a substrate due to heat stress  
10 and generation of characteristic distribution without using a large vacuum chamber and an exhaust system for high vacuum.

[0014]

[Means for solving the problems] The structure of the  
15 present invention for accomplishing the object is as follows.

[0015] According to the present invention, there is provided an apparatus for manufacturing an electron source including a support body for supporting an  
20 electron source substrate having a conductor thereon; a vessel for covering a portion of the electron source substrate; means for allowing the inside of the vessel to be in a predetermined atmosphere; and means for applying a voltage to the conductor,  
25 wherein the support body has a support means for electrostatically fixing a region of the electron source substrate wider than a heated region of the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

electron source substrate heated by the conductor by applying a voltage to the conductor.

[0016] In the apparatus for manufacturing the electron source according to preferred embodiments of the present invention, the support means may be means for electrostatically absorbing the electron source substrate, the support body may have a heat conductive member over a region wider than the heated region, the support body may have means for radiating the heat from the conductor, the support body may have means for heating a region of the electron source substrate wider than the heated region, the support body may have means for cooling a region of the electron source substrate wider than the heated region, the support body may have means for controlling the temperature for splitting a region of the electron source substrate wider than the heated region, the vessel may have means for diffusing gas introduced into the vessel, and the electron source substrate includes a plurality of devices including a conductive film and a pair of electrodes connected to the conductive film and a conductor including a wire for connecting the plurality of devices to one another.

[0017]  
[Embodiments of the Invention] Next, preferred embodiments of the present invention will be

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



described.

[0018] An apparatus for manufacturing an electron source according to the present invention manufactures an electron emitting device by

5 performing an energization process on a conductor formed on an electron source substrate to allow a portion of the conductor to perform an electron emitting function.

[0019] Preferably, on the electron source substrate,  
10 a plurality of devices including a conductive film and a pair of device electrodes connected to the conductive film and a conductor including a wire for connecting the plurality of devices to one another are formed. In this case, by performing the  
15 energization process (the forming process and the activating process) on the conductor, electron emitting parts are formed in the conductive films of the plurality of devices to manufacture a surface conduction electron emitting device.

20 [0020] First, the structure of the surface conduction electron emitting device and a method of manufacturing the same will be described.

[0021] Fig. 3 is a view showing a schematic structure of the surface conduction electron emitting device,  
25 where Fig. 3(a) is a plan view thereof and Fig. 3(b) is a cross-sectional view taken along line A-A of Fig. 3(a). In Fig. 3, reference numeral 10 denotes a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substrate (base), 2 and 3 denote electrodes (device electrodes), 4 denotes a conductive film, 29 denotes a carbon film, 5 denotes a gap of the carbon film 29, and G denotes a gap of the conductive film 4.

5 [0022] The substrate 10 may be made of quartz glass, glass containing a reduced amount of impurities such as Na, blue plate glass, a laminate obtained by laminating  $\text{SiO}_2$  on blue plate glass by, for example, a sputtering method, ceramic such as alumina, or a Si  
10 substrate.

[0023] The material of the facing device electrodes 2 and 3 may be made of a general conductive material and may be appropriately selected from printed conductor composed of metal such as Ni, Cr, Au, Mo, W,  
15 Pt, Ti, Al, Cu or Pd or an alloy thereof, metal such as Pd, Ag, Au,  $\text{RuO}_2$  or Pd-Ag or metal oxide thereof and glass, transparent conductor such as  $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ , and a semiconductor conductive material such as polysilicon.

20 [0024] The interval between the device electrodes, the length of the device electrode, the width and the thickness of the conductive film 4 are determined in consideration of an application aspect. The interval between the device electrodes may be preferably in a  
25 range of several hundreds nm to several hundreds  $\mu\text{m}$  and more preferably in a range of several  $\mu\text{m}$  to several tens  $\mu\text{m}$  in consideration of a voltage applied

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

across the device electrodes.

[0025] The length of the device electrode may be in a range of several  $\mu\text{m}$  to several hundreds  $\mu\text{m}$  in consideration of the resistance value of the

5 electrode and electron emission characteristics. The thickness of the device electrodes 2 and 3 may be in a range of several tens nm to several  $\mu\text{m}$ .

[0026] Instead of the structure shown in Fig. 3, the conductive film 4 and the facing device electrodes 2 and 3 may be sequentially laminated on the substrate  
10 in this order.

[0027] The main material of the conductive film 4 may be, for example, metal such as Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, or Pb, oxide such as  
15  $\text{PdO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}$ , or  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , boride such as  $\text{HfB}_2$ ,  $\text{ZrB}_2$ ,  $\text{LaB}_6$ ,  $\text{CeB}_6$ ,  $\text{YB}_4$ , or  $\text{GdB}_4$ , carbide such as  $\text{TiC}$ ,  $\text{ZrC}$ ,  $\text{HfC}$ ,  $\text{TaC}$ ,  $\text{SiC}$ , or  $\text{WC}$ , nitride such as  $\text{TiN}$ ,  $\text{ZrN}$ , or  $\text{HfN}$ , semiconductor such as Si or Ge, or carbon.

[0028] As the conductive film 4, a particle film made  
20 of particles for obtaining good electron emission characteristics is preferably used. The thickness of the conductive film is appropriately set in consideration of the step coverage of the device electrodes 2 and 3, the resistance value between the  
25 device electrodes 2 and 3, and the below-described forming condition. The thickness of the conductive film 4 is preferably several  $\text{\AA}$  to several hundreds nm

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

and is preferably determined such that the resistance value  $R_s$  has  $10^2$  to  $10^7 \Omega/\square$ .  $R_s$  is a value when a resistance  $R$  of a thin film having a width  $w$  and a length  $l$  in a length direction is  $R=R_s(l/w)$ . The  
5 thickness of the conductive film having the above-described resistance value is in a range of about 5 nm to 50 nm and, in the range of the thickness, the thin film made of each material is the particle film.  
The particle film is made of a plurality of particles  
10 which are adhered to one another and the minute structure includes a state that the particles are individually dispersed or the particles are next to one another or overlap one another (including a state that several particles gather to form an island-  
15 shaped structure). The diameter of the particle is in a range of several Å to several hundreds nm and, preferably, in a range of 1 nm to 20 nm.

[0029] An example of a method of manufacturing a surface conduction electron emitting device having  
20 the structure shown in Fig. 3 will be described.

[0030] 1) The substrate 10 is sufficiently cleaned using a cleaning material, purified water and organic solvent, a device electrode material is deposited by a vacuum deposition method, a sputtering method or  
25 the like, and the device electrodes 2 and 3 are formed on the substrate 10, for example, using a photolithographic technology.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[0031] 2) An organic metal solution is coated on the substrate 10 on which the device electrodes 2 and 3 are formed to form an organic metal film. As the organic metal solution, an organic compound solution  
5 mainly made of metal used for the conductive film 4 may be used. The organic metal film is heat-sintered and patterned by lift-off, etching, or the like to form the conductive film 4 made of metal oxide. Although the organic metal solution is applied using  
10 the coating method herein, the method of forming the conductive film 4 is not limited thereto and a vacuum deposition method, a sputtering method, a chemical vapor deposition method, a dispersion coating method, a dipping method a spinner method or other methods  
15 may be used.

[0032] 3) Subsequently, a forming process is performed. When a voltage is applied across the device electrodes 2 and 3, the conductive film 4 is locally destroyed, deformed, or modified to form a  
20 gap G.

[0033] The voltage applied to the device for performing the forming process has a pulse shape. As the pulse shape, for example, a triangular pulse having a constant crest value or a triangular pulse  
25 having gradually increasing crest values may be used.

[0034] The completion of the forming process may be determined by applying a voltage pulse, by which the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

conductive film 4 is not destroyed, deformed, or modified, between the pulses and measuring current flowing in the device. For example, the forming process is preferably completed at a point of time  
5 when the resistance value obtained by measuring current flowing in the device when applying the voltage of about 0.1 V exceeds 1 MΩ.

[0035] The forming process is preferably performed in an atmosphere containing reducing substance.

10 [0036] When the conductive film 4 is made of metal oxide, as the reducing substance, organic material gas such as methane, ethane, ethylene, propylene, benzene, toluene, methanol, ethanol, or acetone may be used in addition to H<sub>2</sub> or CO. This is because  
15 aggregation occurs when the material of the conductive film is changed from metal oxide to metal by reduction. When the conductive film 4 is made of metal, aggregation due to the reduction does not occur and thus CO or acetone does not facilitate  
20 aggregation. However, H<sub>2</sub> facilitates the aggregation.

[0037] 4) An activating step is preferably performed on the device which has been subjected to the forming process. The activating step greatly changes device current I<sub>f</sub> and emission current I<sub>e</sub>.

25 [0038] The activating step may be, for example, performed by repeatedly applying a pulse to the device under an atmosphere containing organic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

material gas. This atmosphere may be obtained by sufficiently evacuating a vacuum using an ion pump and introducing the organic material gas as well as using organic gas remaining in the atmosphere when  
5 evacuating a vacuum vessel using an oil diffusion pump or a rotary pump. Since the preferred gas pressure of the organic material at this time varies depending on the application form, the shape of the vacuum vessel, or the kind of the organic material,  
10 the gas pressure of the organic material is appropriately set as needed. As proper organic material, organic acids such as alkane, alkene, aliphatic hydrocarbons of alkine, aromatic hydrocarbons, alcohols, aldehydes, ketones, amines,  
15 phenol, carboxylic acid, or sulfonic acid may be used. More specifically, saturated hydrocarbon expressed by composition formula of  $C_nH_{2n+2}$ , such as methane, ethane, propane, unsaturated hydrocarbon expressed by composition formula  $C_nH_{2n}$ , such as ethylene or  
20 propylene, benzene, toluene, methanol, ethanol, formaldehyde, acetaldehyde, acetone, methyl ethyl ketone, methylamine, ethylamine, phenol, benzonitrile, or acetonitrile may be used.

[0039] By this process, from the organic material  
25 which exists in the atmosphere, a carbon film 29 made of carbon or carbon compound is formed in the gap G in the conductive film on the substrate 10 and on the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

conductive film 4 adjacent thereto and the device current  $I_f$  and the emission current  $I_e$  greatly vary.

[0040] The completion determination of the activating step may be appropriately performed while measuring  
5 the device current  $I_f$  and the emission current  $I_e$ .  
The pulse width, the pulse interval, and the crest value of the pulse are appropriately set.

[0041] Carbon and carbon compound, for example,  
contains graphite (including so-called HOPG, PG, or  
10 GC; the HOPG indicates a substantially perfect  
graphite crystal structure, PG indicates a slightly  
disordered crystal structure having a grain size of  
about 20 nm, and GC indicates a more disordered  
crystal structure having a grain size of about 2 nm),  
15 amorphous carbon (amorphous carbon and a microcrystal  
mixture of amorphous carbon and graphite), and  
hydrocarbon (containing compound expressed by  $C_mH_n$  or  
compound having the other element such as N, O or Cl).  
The thickness of the carbon film is preferably 50 nm  
20 or less, and more preferably 30 nm or less.

[0042] By performing the energization process, the device having the conductive film 4 between the device electrodes 2 and 3 can function as the surface conduction electron emitting device.

25 [0043] The apparatus for manufacturing the electron source according to the present invention performs the above-described energization process on the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



electron source substrate, on which the plurality of devices including the conductive film 4 and the pair of device electrodes 2 and 3 connected to the conductive film 4 and the conductor including a wire for connecting the plurality of devices to one another are formed, to manufacture an electron source on which a plurality of electron emitting devices is formed. Now, the apparatus for manufacturing the electron source according to embodiments of the present invention will be described in detail.

[0044] (First Embodiment) The apparatus for manufacturing the electron source according to a first embodiment of the present invention is shown in Figs. 1 and 2. Fig. 1 is a view showing a schematic structure of the apparatus and Fig. 2 is a partial perspective view showing a peripheral portion of an electron source substrate shown in Fig. 1.

[0045] In these figures, reference numeral 10 denotes an electron source substrate, on which X-direction wires 7, Y-direction wires 8, devices 6 composed of a pair of device electrodes connected to a conductive film are formed. Reference numeral 12 is a vessel, 15 denotes a gas introducing port, 16 denotes an exhaust port, 18 denotes a seal member, 19 denotes a diffusion plate, 21 denotes hydrogen or organic material gas, 22 is carrier gas, 23 denotes a moisture removing filter, 24 denotes a gas flow rate

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

controlling device, 25a to 25h denote valves, 26a and  
26b denote vacuum pumps, 27a and 27b denote vacuum  
gauges, 28 denotes a pipe, 30 denotes a leading wire,  
32 denotes a driver including a power supply source  
5 and a current controlling system, 31 denotes a wire  
for connecting the leading wire 30 of the electron  
source substrate and the driver 32, 33 denotes an  
opening of the diffusion plate 19, 62 denotes a  
vacuum frame member, and 207 denotes a support body  
10 for supporting the electron source substrate  
(substrate holder).

[0046] The vessel 12 is preferably made of a material  
which hardly emits gas, such as glass or stainless  
steel. The vessel 12 covers at least a region, in  
15 which the electron emitting devices 6 are formed,  
except the leading wire of the electron source  
substrate 10 and is endurable against a range from  
 $1.33 \times 10^{-5}$  Pa ( $1 \times 10^{-7}$  Torr) to the atmosphere pressure.

[0047] The seal member 18 maintains airtightness  
20 between the electron source substrate 10 and the  
vessel 12 and is made of an O-ring or a rubber sheet.

[0048] An electrostatic chuck 208 is included in the  
substrate holder 207. The electron source substrate  
10 is fixed by the electrostatic chuck 208 by  
25 applying a voltage across an electrode 209 disposed  
in the electrostatic chuck 208 and the electron  
source substrate 10 to attach the electron source

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substrate 10 to the substrate holder 27 by an electrostatic force. In order to maintain the potential of the electron source substrate 10 with a predetermined value, a conductive member (not shown) such as an ITO film is formed on the rear surface of the substrate.

[0049] In order to attach the electron source substrate 10 using the electrostatic chuck, a distance between the electrode 209 and the electron source substrate 10 need to be shortened and the electron source substrate 10 is preferably pushed into the electrostatic chuck 208. In the apparatus shown in Fig. 1, the inside of grooves 211 formed in the surface of the electrostatic chuck 208 is evacuated, the electron source substrate 10 is pushed into the electrostatic chuck by the atmosphere pressure, and a high voltage is applied to the electrode 209 by a high voltage power supply source 210 to sufficiently absorb the electron source substrate 10. Thereafter, although the inside of the vacuum vessel 12 is evacuated, a pressure difference applied to the electron source substrate 10 is cancelled by the electrostatic force due to the electrostatic chuck 208 such that the electron source substrate 10 can be prevented from being deformed or damaged.

[0050] In order to increase heat conductivity between

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the substrate holder 207 and the electron source substrate 10, gas for heat exchange is preferably introduced into the grooves 211 which have been already evacuated as described above. As the applied  
5 gas, He is preferably used, but the other gas may be used. By introducing the gas for heat exchange, it is possible to perform heat conduction between the electron source substrate 10 and the electrostatic chuck 208 at portions in which the grooves 211 are  
10 formed. Since the heat conductivity increases even in portions, in which the grooves 211 are not formed, compared with a case where the electron source substrate 10 and the electrostatic chuck 208 are thermally in contact with each other due to  
15 mechanical contact, the overall heat conductivity is greatly improved. Accordingly, upon the energization process such as the forming process and the activating process, the heat generated at the electron source substrate 10 easily moves to the  
20 substrate holder 207 through the electrostatic chuck 208 to suppress the temperature of the electron source substrate 10 from increasing or to suppress a temperature distribution due to local generation of heat from being generated.

25 [0051] By providing a temperature controlling means such as a heater 212 or a cooling unit 213 in the substrate holder 207, it is possible to more

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



precisely and uniformly control the temperature of the electron source substrate 10. In addition, by dividing the heaters 212 at the side of the device and at the side of leading electrode of the electron source substrate and controlling the heaters 212 depending on the heating values thereof, respectively, it is possible to reduce a temperature variation in the electron source substrate 10 and minimize the heat stress due to the temperature distribution, thereby more surely preventing the electron source substrate 10 from being damaged.

[0052] As the organic material gas 21, an organic material used for the activating process of the electron emitting device or mixed gas containing the organic material and nitrogen, helium or argon may be used. When the energization process such as the forming process is performed, gas for forming a split in the conductive film of the device 6, for example, hydrogen gas having reduction, may be introduced into the vacuum vessel 12. When the other gas is introduced in the other step, a desired system may be connected to an introducing pipe 28 connected to the vacuum vessel 12 using the valve member 25e or the like.

[0053] When the organic material is in a gas state at room temperature, the organic material gas 21 may be used without alteration, and, when the organic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

material is in a liquid or solid state at room temperature, the organic material may be vaporized or sublimed in a vessel or mixed with dilution gas. As the carrier gas 22, nitrogen or inert gas such as argon or helium is used.

[0054] The organic material gas 21 and the carrier gas 22 are mixed with a predetermined ratio and introduced into the vacuum vessel 12. The flow rate and the mixture ratio of the organic material gas 21 and the carrier gas 22 are controlled by the gas flow rate controlling device 24. The gas flow rate controlling device 24 includes a mass flow controller an electronic valve and the like. The mixed gas is heated to a proper temperature by a heater (not shown) provided in the vicinity of the pipe 28 as needed and introduced into the vacuum vessel 12 through the gas introducing port 15. The temperature of the heated mixed gas is preferably equal to the temperature of the electron source substrate 10.

[0055] It is more preferable that the moisture removing filter 23 is provided in the pipe 28 to remove the moisture contained in the introduced gas. In the moisture removing filter 23, absorbent material such as silica gel, molecular sieve, or magnesium hydroxide may be used.

[0056] The mixed gas introduced into the vacuum vessel 12 is exhausted by a vacuum pump 26a through

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

an exhaust port 16 at a predetermined exhaust speed and the pressure of the mixed gas in the vacuum vessel 12 is uniformly maintained. The vacuum pump 26a is a low vacuum pump such as a dry pump, a

5 diaphragm pump, or a scroll pump. In the present invention, an oil-free pump is preferably used.

[0057] The positions of the gas introducing port 15 and the exhaust port 16 are not limited to the present embodiment and may be variously determined.

10 In order to uniformly supply the organic material into the vessel 12, the gas introducing port 15 and the exhaust port 16 are positioned at the upper and lower sides, as shown in Fig. 1, or the left and right sides (not shown). In addition, it is more  
15 preferable that the gas introducing port 15 and the exhaust port 16 are positioned at substantially symmetrical positions.

[0058] The leading electrode 30 of the electron source substrate 10 is outside the vacuum vessel 12  
20 and is connected to the wire 31 using a TAB wire or a probe and connected to the driver 32.

[0059] In a state that the mixed gas containing the organic material flows in the vacuum vessel 12, a pulse voltage is applied to the devices 6 on the  
25 electron source substrate 10 through the wire 31 using the driver 32 to perform the activating process of the device.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0060] When the pulse voltage is applied to the devices 6 on the electron source substrate 10 using the apparatus having the above-described structure to perform the forming process and the activating  
5 process, the heat is generated at the devices 6 and the wires 7 and 8. Since the heating values and the heated regions of the device 6 and the wires 7 and 8 are different from each other, temperature variation occurs in the electron source substrate and thus the  
10 electron source substrate may be damaged due to the heat stress. Therefore, in the apparatus according to the present invention, the electron source substrate 10 is fixed by the substrate holder 207 in a region wider than the heated region due to the  
15 energization process.

[0061] A relationship between the heated region of the electron source substrate 10 due to the energization process and the fixed region of the electron source substrate 10 due to the substrate  
20 holder 207 will be described with reference to Fig. 4.

[0062] In Fig. 4, Hs denotes a region heated by the plurality of devices 6 and surrounded by DHs and LHs. Hp denotes a region heated by the device 6 and the wires 7 and 8 and surrounded by DHp and LHp. Hv  
25 denotes a region of the electron source substrate 10 fixed by the substrate holder 207 and surrounded by DHv and LHv.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[0063] In the apparatus according to the present invention, in the region Hv wider than the region Hp, the electron source substrate 10 is fixed by the substrate holder 207. More specifically, in the  
5 apparatus shown in Fig. 1, the electrostatic chuck 208 included in the substrate holder 207 is provided over a range wider than the region Hp. The electron source substrate is fixed in the region wider than the heated region due to the energization process and  
10 the heat stress generated at the electron source substrate is cancelled by the electrostatic force of the electrostatic chuck 208 upon the energization process, thereby preventing the electron source substrate 10 from being deformed or damaged.

15 [0064] (Second Embodiment) Fig. 5 shows an apparatus for manufacturing an electron source according to a second embodiment of the present invention. Fig. 5 is a view showing the entire structure. The same reference numerals as those of Fig. 1 denote the same  
20 members.

[0065] In the first embodiment, the gas for heat exchange is introduced into the grooves 211 provided in the electrostatic chuck 208 in order to increase the heat conductivity between the electrostatic chuck  
25 208 and the electron source substrate 10. In contrast, in the present embodiment, a heat conductive member 214 is interposed between the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substrate holder 207 and the electron source substrate 10. The other elements are the same as those of the first embodiment.

[0066] The heat conductive member 214 is provided on  
5 the substrate holder 207. Alternatively, the heat conductive member 214 may be interposed between the substrate holder 207 and the electron source substrate 10 or embedded in the substrate holder 207  
10 in order not to obstruct a mechanism for holding the electron source substrate 10.

[0067] The heat conductive member 214 has a function of absorbing distortion or swell of the electron source substrate 10 and surely radiating heat to the substrate holder 207 upon performing the energization  
15 process on the electron source substrate 10. For example, the heat conductive member 214 adjusts the temperature according to the heating values of the plurality of devices and the wire for connecting the plurality of devices upon the energization process  
20 and reduces the stress due to the temperature distribution in the electron source substrate 10 to prevent the electron source substrate from being cracked and damaged, thereby contributing to the improvement in yield.

25 [0068] The heat conductive member 214 is provided to rapidly and surely radiate the heat upon the energization process such that the gas concentration

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

distribution due to the temperature distribution can be reduced and the nonuniformity of the device influenced by the substrate heat distribution can be reduced. Accordingly, it is possible to manufacture  
5 the electron source having excellent uniformity.

[0069] The heat conductive member 214 may be an elastic member. The elastic member may be made of a synthetic resin material such as Teflon (registered trademark), a rubber material such as silicon rubber,  
10 a ceramic material such as alumina, or a metal material such as copper or aluminum. These materials may be used in a sheet shape or a divided sheet shape.

[0070] The elastic member for configuring the heat conductive member 214 may have irregularities formed  
15 in the surface facing the electron source substrate 10. The irregularities may have a cylindrical shape such as a circular cylindrical shape or a rectangular cylindrical shape, a linear shape, a projection shape such as a circular cone shape, a spherical shape, a  
20 sphere-like shape (semi-spherical shape) such as a rugby ball shape (elliptical shape), or a spherical shape having a projection thereon. More specifically, it is preferable that, in the surface of the heat conductive member, linear irregularities (shown in  
25 Fig. 6) are formed at positions corresponding to the X-direction wires or the Y-direction wires of the electron source substrate or cylindrical

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

irregularities (shown in Fig. 7) or semi-spherical irregularities (not shown) are formed at positions corresponding to the device electrodes.

[0071] The heat conductive member 214 may be the  
5 elastic member having a cylindrical shape such as a circular cylindrical shape or a rectangular cylindrical shape, a linear shape corresponding to the X-direction wires or the Y-direction wires of the electron source substrate, a projection shape such as  
10 a circular cone shape, a spherical shape, a sphere-like shape (semi-spherical shape) such as a rugby ball shape (elliptical shape), or a spherical shape having a projection thereon, which is formed on the substrate holder 207. These examples are shown in  
15 Figs. 8 and 9.

[0072] Fig. 8 is a view showing a schematic structure of the spherical heat conductive member using a plurality of elastic members. A minute spherical material, which can be easily deformed, such as a  
20 rubber member, and a spherical material having a diameter smaller than that of the minute spherical material (which is harder to be deformed than the rubber member) are sprayed and interposed between the electron source substrate 10 and the substrate holder  
25 207 to configure the heat conductive member 214.

[0073] Fig. 9 is a view showing a schematic structure of the heat conductive member made of a complex

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



material. A spherical material made of heat  
conductive hard member such as a ceramic member or a  
metal member is used as a main member and the  
spherical material is coated with the rubber member  
5 to configure the heat conductive member 214.

[0074] In the above-described apparatus for  
manufacturing the electron source substrate according  
to the present invention, since the vessel 12 covers  
at least only the region in which the devices 6 are  
10 formed on the electron source substrate 10, the  
apparatus can be miniaturized. Since the leading  
electrode 30 of the electron source substrate 10 is  
placed outside the vessel, it is possible to easily  
perform the electrical connection between the  
15 electron source substrate and a power supply device  
(driver) for performing the electrical connection.

[0075] As shown in Figs. 1 and 5, when the diffusion  
plate 19 is provided between the gas introducing port  
15 of the vessel 12 and the electron source substrate  
20 10, since the flow of the mixed gas is controlled to  
uniformly supply the organic material to the entire  
surface of the substrate, the uniformity of the  
electron emitting device is improved.

[0076] As the diffusion plate 19, a metal plate  
25 having openings 33 is used, as shown in Figs. 1 and 5.  
It is preferable that the areas of the openings 33 of  
the diffusion plate 19 or the number of the openings

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

vary in a region adjacent to the gas introducing port and a region far from the gas introducing port. More specifically, as shown in Fig. 10 (cross-sectional view) and Fig. 11 (plan view), the farther the opening is from the gas introducing port 15, the larger the area of the opening or, although not shown, the larger the number of the openings. When the area of the opening is large or the number of the openings is large, the flow rate of the mixed gas flowing in the vessel 12 is substantially constant and thus the uniformity is improved.

[0077] The shape of the opening of the diffusion plate 19 is not limited thereto. For example, the opening 33 is concentrically formed at a same interval or circumferentially formed at an equiangular interval and the opening area of the opening is set such that the following equation holds. The opening area is set to be proportional to the distance from the gas introducing port 15. Accordingly, the introduced material can be more uniformly supplied to the surface of the electron source substrate and thus the activation of the electron emitting device can be uniformly performed.

$$S_d = S_0 \times [1 + (d/L)^2]^{1/2}$$

Where, d denotes a distance from an intersection between a line which extends from the center of the gas introducing port and the diffusion

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

plate,  $L$  denotes a distance from the center of the gas introducing port to the intersection between the line which extends from the center of the gas introducing port and the diffusion plate,  $S_d$  denotes  
5 the opening area at the distance  $d$  from the intersection between the line which extends from the center of the gas introducing port and the diffusion plate, and  $S_0$  denotes the opening area at the intersection between the line which extends from the  
10 center of the gas introducing port and the diffusion plate.

[0078] By combining the electron source manufactured by the manufacturing apparatus according to the present invention and an image forming member, it is  
15 possible to configure the image forming apparatus shown in Fig. 12, for example. Fig. 12 is a partial perspective view schematically showing the image forming apparatus (display panel) 68.

[0079] In Fig. 12, reference numeral 7 denotes an X-direction wire, 8 denotes an Y-direction wire, 10 denotes an electron source, 69 denotes an electron emitting device as shown in Fig. 3, 62 denotes a support frame, 66 denotes a face plate (including glass substrate 63, a metal back 64, and a  
25 fluorescent material 65), and 67 denotes a high voltage terminal, and  $Dx1$  to  $Dxm$  and  $Dy1$  to  $Dyn$  denote external terminals.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0080] In the image forming apparatus shown in Fig. 12, the electron emitting devices emit electrons by applying scanning signal and modulation signals by a signal generating means (not shown) through the  
5 external terminals Dx1 to Dxm and Dy1 to Dyn and a high voltage of about 5 kV is applied to a transparent electrodes (not shown) or the metal back 65 through the high voltage terminal 67 to accelerate and collide electron beam with a fluorescent film 64  
10 such that the fluorescent film 64 emits the light, thereby displaying an image.

[0081]

[Examples] Hereinafter, although concrete examples of the present invention will be described in detail,  
15 the present invention is not limited thereto and each element may be replaced or changed as long as the object of the present invention is accomplished.

[0082] [Example] The present embodiment relates to the manufacture of the electron source shown in Fig.  
20 13, which has a plurality of surface conduction electron emitting devices as shown in Fig. 3 using the manufacturing apparatus according to the present invention.

[0083] First, an electron source substrate having a  
25 plurality of conductive films which are formed in a simple matrix was manufactured as follows. In Figs. 13 and 14, reference numeral 10 denotes a glass

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



substrate, 2 and 3 denote device electrodes, 4 denotes a conductive film, 29 denotes a carbon film, 5 denotes a gap of the carbon film 29, G denotes a gap of the conductive film 4, 7 denotes an X-direction wire, 8 denotes an Y-direction wire, and 9 denotes an insulating layer. Only portions of the devices and the wires are shown.

[0084] An ITO film was formed with a thickness of 100 nm on the rear surface of the glass substrate 10 having a size 350 mm x 350 mm and a thickness of 3 mm using a sputtering method. The ITO film is used as an electrode of an electrostatic chuck at the time of manufacturing the electron source, and the material thereof is not limited if the specific resistance thereof is  $10^9 \Omega\text{cm}$  or less and may be semiconductor, metal or the like.

[0085] Next, a  $\text{SiO}_2$  layer was formed on the surface of the glass substrate 10 and Pt paste was printed using an offset printing method and heat-sintered to form the device electrodes 2 and 3 having a thickness 50 nm. Ag paste was printed using a screen printing method and heat-sintered to form the 240 X-direction wires 7 and the 720 Y-direction wires 8. At the intersections between the X-direction wires 7 and the Y-direction wires 8, insulating paste was printed using the screen printing method and heat-sintered to form the insulating layer 9.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0086] Next, a palladium complex solution was dropped between the device electrodes 2 and 3 using a bubblejet (registered trademark) type spray device and heated at 350°C for 30 minutes to form the  
5 conductive film 4 made of palladium oxide particles. The thickness of the conductive film 4 was 20 nm.

[0087] As above, the electron source substrate 10, on which a plurality of devices including a pair of device electrodes 2 and 3 and the conductive film 4  
10 are arranged in a matrix with the x-direction wires 7 and the Y-direction wires 8, was prepared.

[0088] When observing the distortion and the swell of the electron source substrate 10, the edges of the substrate is curved from the central portion of the  
15 substrate by about 0.5 mm by the inherent distortion and swell of the substrate and the distortion and swell of the substrate due to the above-described heating step.

[0089] Next, the following steps were performed using  
20 the manufacturing apparatus shown in Figs. 1 and 2.

[0090] The electron source substrate 10 was put on the substrate holder 207. The electrostatic chuck 208 included in the substrate holder 207 was provided over a range wider than a range occupied by the  
25 devices (region in which the plurality of devices including the device electrodes 2 and 3 and the conductive film 4 are arranged) and a range occupied

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

by the wires (region in which the wires 7 and 8 are arranged except the devices).

[0091] Next, the valve 25g was opened to evacuate the grooves 211 to 100 Pa or less and to bring the  
5 electron source substrate 10 into vacuum contact with the electrostatic chuck 208. At this time, the ITO film formed on the rear surface of the electron source substrate 10 was grounded to the same potential as that of a negative terminal of the high  
10 voltage power supply source 210. In addition, a DC voltage of 2 kV was supplied from the high voltage power supply source 210 to the electrode 209 to electrostatically bring the electron source substrate 10 into contact with the electrostatic chuck 208.

15 [0092] Next, the valve 25g was closed and the valve 25h was opened to introduce He gas to the grooves 211 such that the pressure is maintained at 500 Pa. He gas improves the heat conductivity between the electron source substrate 10 and the electrostatic  
20 chuck 208. He gas is most preferable, but N<sub>2</sub>, Ar, or the like may be used. As long as the desired heat conductivity is obtained, the kind of the gas is not specially limited.

[0093] Next, the vessel 12 was put on the electron  
25 source substrate 10 through the O-ring 18 such that the ends of the wires are exposed from the vessel 12 to form an airtight space in the vessel 12. The

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

valve 25f was opened to evacuate the space by the vacuum pump 26a until the pressure decreases to  $1 \times 10^{-5}$  Pa or less.

[0094] Next, the cooling water having a water  
5 temperature of  $15^{\circ}\text{C}$  was allowed to flow in the cooling unit 213 and a power supply source (not shown) having a temperature controlling function supplied power to an electric heater 212 to maintain the electron source substrate 10 at a constant  
10 temperature of  $50^{\circ}\text{C}$ .

[0095] Next, a probe unit (not shown) 5 connected to the wire 31 was electrically brought into contact with the end of the wire on the electron source substrate 10 exposed from the vessel 6 and a  
15 triangular pulse having a base of 1 msec, a period of 10 msec, and a crest value of 10 V was applied from the driver 32 connected to the wire 31 for 120 seconds to perform the forming process step. As the result, heat generated by current flowing upon the  
20 forming process is efficiently absorbed by the electrostatic chuck 208. Furthermore, in order to minimize the heat stress generated at the electron source substrate 10 by the difference between the heating value of the device and the heating value of  
25 the wire, the heater 212 is divided and controlled according to the heating values such that the electron source substrate 10 is maintained at the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



constant temperature of 50°C. Accordingly, it was possible to perform a good forming process and prevent the electron source substrate 10 from being damaged due to the heat stress.

5 [0096] By the above-described forming process, the gap G shown in Fig. 3 was formed in the conductive film 4.

[0097] Next, the current flowing in the electrical heater 212 was adjusted to maintain the electron  
10 "source" substrate 10 at the constant temperature of 60°C. Subsequently, benzonitrile was introduced through a pipe 28 or the like at a pressure of  $2 \times 10^{-4}$  Pa while measuring the pressure of the vessel 12 using an ionization gauge (not shown). Next, a  
15 triangular pulse having a base of 1 msec, a period of 10 msec, and a crest value of 15 V was applied from the driver 32 through the probe unit (not shown) for 60 minutes to perform the activating process. As the result, similar to the forming process step, the heat  
20 generated by the current flowing upon the activating process is efficiently absorbed by the electrostatic chuck 208. Furthermore, in order to minimize the heat stress generated at the electron source substrate 10 by the difference between the heating  
25 value of the device and the heating value of the wire, the heater 212 is divided and controlled according to the heating values such that the electron source

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substrate 10 is maintained at the constant temperature of 60°C. Accordingly, it is possible to perform a good activating process and prevent the electron source substrate 10 from being damaged due to the heat stress.

[0098] By the activating process, as shown in Fig. 3, the carbon film 29 having the gap 5 was formed.

[0099] The electron source substrate 10 subjected to the above-described steps was aligned with the face plate having the glass frame and the fluorescent material and was sealed by low melting point glass to manufacture a vacuum envelope. The envelope was subjected to evacuating, baking, and sealing steps and other steps to manufacture an image forming panel shown in Fig. 12.

[0100] In the manufactured image forming panel, the electron emitting devices emit electrons by applying scanning signal and modulation signals by a signal generating means (not shown) through the external terminals Dx1 to Dxm and Dy1 to Dyn and a high voltage of about 5kV is applied to the metal back through the high voltage terminal 67 to accelerate and collide electron beam with the fluorescent film 64 such that the fluorescent film 64 emits the light, thereby displaying an image.

[0101] In the present embodiment, by maintaining the electron source substrate at the constant temperature

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

upon the forming process and the activating process steps, it is possible to form a surface conduction electron emitting device having excellent characteristics and to manufacture an image forming panel having excellent image performance such as improved uniformity. In addition, it is possible to prevent the electron source substrate from being damaged due to heat stress and to improve yield.

[0102]

10 [Effect of the Invention] As described above, according to an apparatus for manufacturing an electron source of the present invention, it is possible to prevent damages to a substrate due to heat stress and generation of a characteristic distribution and to efficiently manufacture an electron source having excellent electron emission characteristics, without using a large vacuum chamber and an exhaust system for high vacuum.

[Brief Description of the Invention]

20 [Fig. 1] Fig. 1 is a view showing an example of an overall schematic structure of an apparatus for manufacturing an electron source according to the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a partially perspective view showing a peripheral portion of an electron source substrate of Fig. 1.

[Fig. 3] Fig. 3 is a view showing an example of a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

surface conduction electron emitting device preferably used for the electron source according to the embodiment of the present invention.

[Fig. 4] Fig. 4 is a view showing a relationship  
5 between a heated region of the electron source substrate and a fixed region of the electron source substrate.

[Fig. 5] Fig. 5 is a view showing an example of an overall schematic structure of an apparatus for  
10 manufacturing an electron source according to the present invention.

[Fig. 6] Fig. 6 is a perspective view showing an example of the shape of a heat conductive member used for the apparatus for manufacturing the electron  
15 source according to the present invention.

[Fig. 7] Fig. 7 is a perspective view showing another example of the shape of the heat conductive member used for the apparatus for manufacturing the electron source according to the present invention.

20 [Fig. 8] Fig. 8 is a cross-sectional view showing an example of a heat conductive member using a spherical rubber material used for the apparatus for manufacturing the electron source according to the present invention.

25 [Fig. 9] Fig. 9 is a cross-sectional view showing another example of the heat conductive member using the spherical rubber material used for the apparatus

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



for manufacturing the electron source according to the present invention.

[Fig. 10] Fig. 10 is a cross-sectional view showing an example of the shape of a diffusion plate used for the apparatus for manufacturing the electron source according to the present invention.

[Fig. 11] Fig. 11 is a plan view showing the shape of the diffusion plate used for the apparatus for manufacturing the electron source according to the present invention.

[Fig. 12] Fig. 12 is a partial perspective view showing the structure of an image forming apparatus.

[Fig. 13] Fig. 13 is a plan view showing an electron source according to the present invention.

[Fig. 14] Fig. 14 is a plan view showing an electron source substrate according to the present invention.

[Reference Numerals]

- 2, 3: device electrode
- 4: conductive film
- 20 G: gap of the conductive film
- 5: gap of a carbon film
- 6: device
- 7: X-direction wire
- 8: Y-direction wire
- 25 9: insulating layer
- 10: electron source substrate
- 12: vessel

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 15: gas introducing port
- 16: gas exhausting port
- 18: seal member
- 19: diffusion plate
- 5 21: organic material gas
- 22: carrier gas
- 23: moisture removing filter
- 24: gas flow rate controlling device
- 25a to 25f: valve
- 10 26a, 26b: vacuum pump
- 26a, 27b: vacuum gauge
- 28: pipe
- 30: leading wire
- 31: wire for connecting the leading wire 30 of
- 15 the electron source substrate and a driver 32
- 32: driver including a power/current measuring device and a current-voltage control system device
- 33: opening of the diffusion plate 19
- 62: vacuum frame member
- 20 63: glass substrate
- 64: metal back
- 65: fluorescent material
- 66: face plate
- 67: high voltage terminal
- 25 68: image forming apparatus (display panel)
- 69: electron emitting device
- 207: substrate holder

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 208: electrostatic chuck
- 209: electrode in the electrostatic chuck
- 210: power supply source
- 211: groove
- 5 212: heater
- 213: cooling unit
- 214: heat conductive member

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Fig. 1]

COOLING WATER INLET, COOLING WATER OUTLET, HE GAS

[Fig. 5]

5 COOLING WATER INLET, COOLING WATER OUTLET

[Fig. 8]

SPHERICAL MATERIAL OF RUBBER MEMBER

SPHERICAL MATERIAL OF HARD MEMBER SUCH AS HARD

10 SYNTHETIC RESIN, METAL, CERAMIC

[Fig. 9]

SPHERICAL MATERIAL COVERED WITH RUBBER MEMBER

COATING OF RUBBER MEMBER

15 SPHERICAL MATERIAL OF HARD MEMBER SUCH AS HARD

SYNTHETIC RESIN, METAL, CERAMIC

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**